

솔잎즙의 첨가가 김치의 발효속성에 미치는 영향

최무영[†] · 최은정 · 이 은 · 차배천 · 박희준 · 임태진

상지대학교 생체기능과학연구소

Effect of Pine Needle(*Pinus densiflora* Seib. et Zucc) Sap on *Kimchi* Fermentation

Moo-Young Choi[†], Eun-Jung Choi, Eun Lee, Bae-Cheon Cha, Hee-Juhn Park and Tae-Jin Rhim

Bioscience Research Institute, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

Abstract

The physicochemical and microbiological studies were conducted to examine the effect of pine needle(*Pinus densiflora* Seib. et Zucc) sap on the *Kimchi* fermentation. *Kimchi* with the addition of various levels(0, 0.5, 1.0, or 1.5%) of pine needle sap was fermented either at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours(Group A) or at 15°C for 15 days(Group B). pH reached the optimal value of *Kimchi* fermentation(pH 4.2) on day 3 and day 4~7 in 0% treatment and pine needle sap treatments, respectively, which indicated that shelf-life of *Kimchi* was extended by 1~4 days by the addition of pine needle sap. Total acidity was decreased by the addition of pine needle sap. More rapid decrease in pH and increase in total acidity were observed in Group B than in Group A. Reducing sugar content was reduced to approximately 80% by day 4~5 in all treatments. Total vitamin C content was reached peak on day 1 of fermentation and then decreased in all treatments. Reducing sugar and total vitamin C contents were slightly increased by the addition of pine needle sap due to the components present in pine needle sap. Total viable cell number rapidly increased to reach peak on day 3 and then slowly decreased during the fermentation. However, total viable cell number as well as reducing sugar and total vitamin C contents did not differ between Group A and Group B. In Group A, *Lactobacillus* cell number in 0% treatment continued to increase to reach peak on day 9, while the numbers in pine needle sap treatments reached peak on day 5~9 and then gradually decreased throughout the fermentation. Unlike in Group A, *Lactobacillus* cell numbers in pine needle sap treatments in Group B continued to increase to reach peak on day 7. As pine needle sap levels increased, total viable cell number and *Lactobacillus* cell number decreased regardless of fermentation temperatures. The results of this study indicate that pine needle sap causes to delay the *Kimchi* fermentation by slowing down pH drop and inhibiting the *Lactobacillus* cell growth.

Key words: *Kimchi*, pine needle sap, fermentation

서 론

김치는 주원료인 배추에 고추가루, 파, 마늘, 생강 등의 부원료를 첨가하여 발효시킨 우리나라 전통식품이다. 김치가 본래 가지고 있는 섬유소와 숙성과정 중 발생하는 미생물, 비타민류, 젖산 등은 소화작용이나 정장작용 뿐 아니라 항암(1)이나 항노화의 효과(2)도 있다고 밝혀지고 있으며, 국내·외 시장규모가 점점 확대되고 있다. 이에 따라 김치의 보존기간 즉, 숙성을

지연시키기 위한 연구가 요구되고 있는 실정이다.

김치의 품질은 숙성과 산패에 관여하는 *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus* 등의 미생물과 여러 가지의 요인들에 의해 복합적으로 영향을 받는다(3). 따라서, 김치의 보존성 향상을 위해 가열살균(4,5), 방사선 조사법(6,7), 보존료 첨가법(8), 통조림법, pH 조정제(9,10) 등을 이용한 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히, 천연보존료의 첨가에 의한 숙성 지연에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(11).

[†]To whom all correspondence should be addressed

소나무(*Pinus densiflora* Seib. et Zucc)는 적송이라고도 명칭되며 표고 1000m 이하의 국내 어느 지형에서나 자생하고 있는 상록 침엽교목이다. 소나무의 신선한 잎은 비타민 C 또는 솔잎차의 원료로 사용되어 신경통, 관절염, 팔다리마비, 괴혈병, 중년기 및 노년기의 동맥경화, 고혈압의 예방과 치료(12) 등의 효과가 있다고 밝혀지고 있다. 이와같이 솔잎의 약리 및 약용에 관한 연구는 많이 조사 발표되었지만 항균활성 및 천연보존료에 관한 연구는 구체적으로 조사 보고된 것이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 천연보존료 개발의 일환으로 김치의 숙성과정 중에 솔잎즙을 첨가함으로써 이화학적 성질 및 미생물의 생육억제에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

솔잎즙은 4월 말경 강원도 원주지역에서 자생하고 있는, 새싹이 난 소나무의 잎(4~5cm)을 채취하여 세척한 후 탈수시켜 녹즙기(Green Power 1213)를 사용하여 착즙하였다. 원재료인 배추의 품종은 삼진배추이며 크기는 20~25cm×45~50cm이며 중량은 3kg 내외이다. 부재료인 고춧가루, 파, 마늘 및 생강의 품종은 각각 다복고추, 백운주파, 단양종 육종마늘 및 곡중이다. 원재료 및 부재료는 모두 1996년 4월에 강원도 원주시 한빛쇼핑센터에서 일괄 구입하였다.

김치 담금방법

본 실험에 앞서 솔잎즙 첨가 수준을 결정하기 위해 훈련된 10명의 관능검사 요원을 대상으로 솔잎즙 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 5 및 7% 첨가된 김치의 향에 관한 관능검사를 1·2점 시험법(13)으로 총 10회 시행한 결과 1.5% 첨가군까지는 유의적인 차이가 관찰되지 않았고 2% 이상 첨가군에서는 솔잎의 향이 강하다고 나타났으므로 솔잎즙의 첨가량은 1.5%까지로 하였다.

김치의 담금은 배추를 2등분으로 나누어 세척한 후 뒤집어 줄기부분까지 15% 소금물에 2시간 30분 동안 담근 뒤 다시 줄기와 잎부분을 침수시켜 10시간 동안 절였다. 그 후 흐르는 물에 2~3회 세척한 뒤 탈수시켜 2~4cm 간격으로 세절하여 줄기와 잎부분을 1:1로 고루 섞어 100g씩 칭량하여 양념(파 2.0g, 생강 1.0g, 고춧가루 2.0g, 마늘 2.0g)과 0, 0.5, 1.0 및 1.5%의 솔잎즙을 각각 첨가하여 담그었다. 담근 김치는 동일한 크기(10cm×15cm)의 retort pouch에 담아 덮개필름을 열

접합한 상합포장을 하여 실온(17±0.5°C)에서 24시간 방치 후 4°C에서 15일 동안 숙성(A군) 또는 15°C에서 15일 동안 숙성(B군)시켰다.

pH 측정

담근 김치 100g을 마쇄하여 거즈로 거른 후 얻어진 김치즙액 10ml를 경시적으로 취하여 pH meter(SA520, Orion Research Inc., U.S.A.)를 사용하여 pH를 측정하였다.

총산 함량

김치즙액 10ml를 0.1N NaOH용액으로 pH 7.0±0.5까지 저정한 후, 젖산 함량으로 환산하여, 산도(% w/v)로 표시하였다(14).

환원당 함량 측정

김치즙액의 환원당 함량은 DNS방법(15)으로 측정하였으며, 표준물질로는 glucose를 사용하였다.

총 비타민 C 함량 측정

김치즙액의 비타민 C 함량은 Hydrazine법(16)으로 측정하였으며, 표준물질로는 L-ascorbic acid를 사용하였다.

김치 발효 관련 미생물수 계수

김치 100g에 0, 0.5, 1.0 및 1.5%의 솔잎즙을 첨가하여 숙성시켜 경시적으로 김치 발효 관련 미생물수를 측정하였다.

총균수의 계수

김치즙액 1ml를 0.1% 멸균 peptone수에 희석한 후 희석액 0.5ml를 pouring culture method로 plate count agar(Difco)에 접종하여 30°C에서 2~3일 배양한 후 계수하였다(17).

*Lactobacillus*속 계수

김치즙액 1ml를 0.1% 멸균 peptone수에 희석한 후 희석액 0.5ml를 0.1% bromophenol blue가 첨가된 *Lactobacilli* MRS agar 배지(15ml)에 접종하여 25°C에서 2일 배양한 후 colony를 관찰하여, 전체적으로 담청색을 띠거나 중앙에 암청색 환이 있거나 또는 전체적으로 흰색인 것을 *Lactobacillus*속으로 계수하였다(18).

결과 및 고찰

pH의 변화

솔잎즙의 첨가량(0, 0.5, 1.0 및 1.5%)에 따른 김치의 발효숙성 과정 중 pH의 변화는 Fig. 1에 나타나 있다. 김치의 최초 pH는 5.9로 측정되었으나 숙성 초기 2일 동안 pH는 급격히 감소한 이후 서서히 감소하였다. 구 등(19)은 김치 가식의 적당한 신맛의 범위를 pH 4.2~4.4라고 보고하였는데 본 연구결과와 비교하여 보면, A군에서 솔잎즙 무첨가의 경우 숙성 3일에 pH 4.2로 감소한 반면 솔잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구의 경우 각각 숙성 4, 5 및 7일에 pH 4.2로 감소되어 솔잎즙을 첨가함에 따라 김치의 산패를 1~4일 정도 지연시켰다. A군의 솔잎즙 무첨가구에서 숙성 13일에 pH 3.8로 감소되는 반면, B군의 솔잎즙 무첨가구의 경우 숙성 5일째 pH 3.8로 감소되어 숙성 온도가 높을수록 pH의 감소가 비교적 빠르게 나타났으며 이러한 결과는 이 등(20)의 보고와 일치하였다. B군에서도 솔잎즙 첨가에 따라 김치의 산패가 지연되었다.

총산 함량

솔잎즙의 첨가량(0, 0.5, 1.0 및 1.5%)에 따른 김치의 발효숙성 과정 중 총산 함량의 변화는 Fig. 2에 나타나

있다. 숙성이 진행됨에 따라 솔잎즙 첨가구의 총산 함량은 솔잎즙 무첨가구와 유사한 경향을 보이면서 증가하였다. 이와같이 김치의 숙성 중에 산도가 증가하는 현상은 숙성 과정에서 생성된 유기산의 증가에 의한 것이라 생각되며, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 미친다고 보고된 바 있다(3). A군에 비해 B군에서 숙성 1일에는 총산 함량의 변화는 관찰되지 않았으나, 숙성 2일 이후에는 총산 함량이 급격히 증가하였다. 이와같이 4°C보다 15°C 숙성 상태에서 총산 함량의 증가가 높게 일어난 결과는 숙성 온도가 높을수록 발효가 빨리 진행됨을 나타내 보이고 있다. A군에서 솔잎즙 무첨가구에 비해 솔잎즙 첨가구의 총산 함량은 전반적으로 낮게 관찰되었으며, 김치 가식의 최적 산도인 0.6~0.8(21)과 관련하여 볼 때, A군의 솔잎즙 무첨가구에서 숙성 5일째 산도가 0.6인 반면, 솔잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구에서는 숙성 7~8일째 산도가 약 0.6인 것으로 보아 솔잎즙을 첨가함으로써 김치의 산패가 2~3일 정도 지연됨을 알 수 있었다. B군에서도 이와 유사한 경향을 나타내었다.

환원당

솔잎즙의 첨가량(0, 0.5, 1.0 및 1.5%)에 따른 김치의 발효숙성 과정 중 환원당 함량의 변화는 Fig. 3에 나타

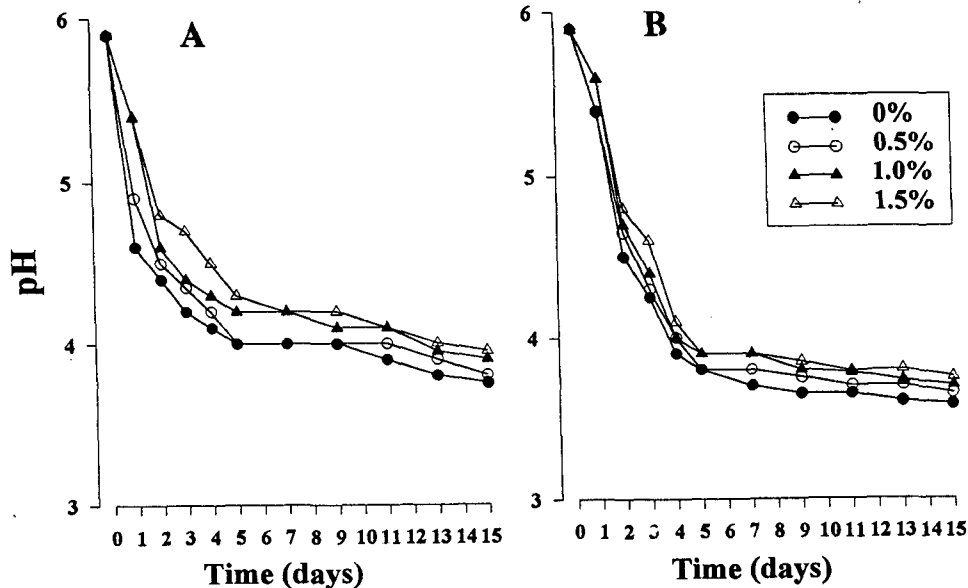


Fig. 1. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on pH during fermentation of Kimchi. A: Kimchi was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours. B: Kimchi was fermented at 15°C for 15 days.

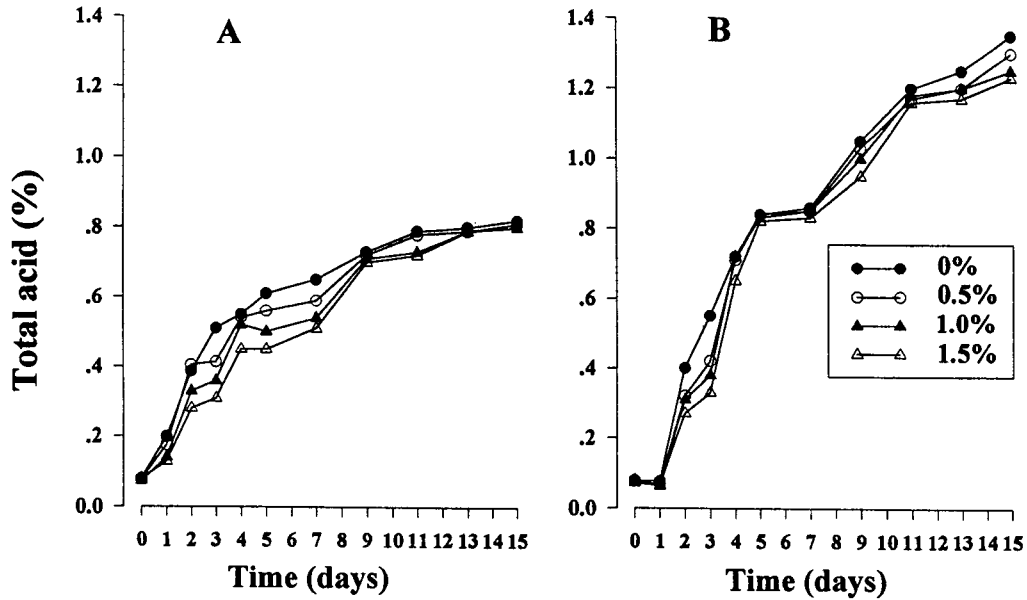


Fig. 2. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on total acid during fermentation of *Kimchi*.
 A: *Kimchi* was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours.
 B: *Kimchi* was fermented at 15°C for 15 days.

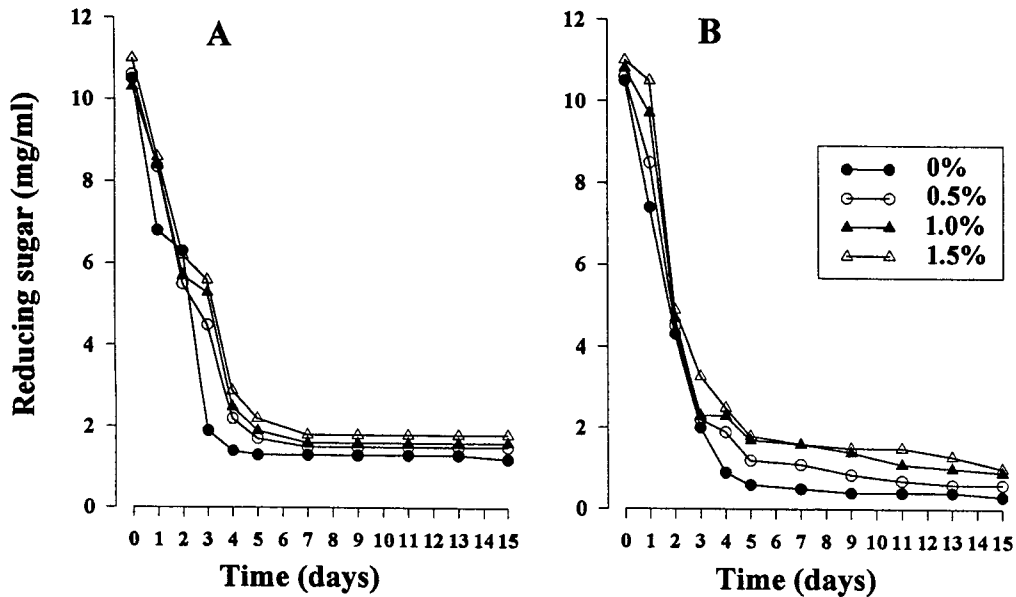


Fig. 3. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on reducing sugar during fermentation of *Kimchi*.
 A: *Kimchi* was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours.
 B: *Kimchi* was fermented at 15°C for 15 days.

나 있다. 숙성 초기 4~5일 동안 환원당 함량은 급격히 감소(약 80% 정도)하였으나 그 이후에는 거의 변화가 없거나 완만히 감소하였다. 이러한 결과는 산이 증가

함에 따라 환원당 함량이 감소했다고 보고한 김 등(22)의 연구결과와 일치하였다. 솔잎즙 무첨가구의 경우, A군에 비해 B군에서 환원당 함량의 감소가 보다 많이

일어났지만 전반적으로 숙성 온도에 관계없이 솔잎즙 첨가량 수준이 높을수록 환원당 함량은 높게 측정되었다. 그러나 이러한 결과는 솔잎즙이 생화학적 반응에 의해 숙성 중인 김치의 환원당 함량을 증가시킨 것이 아니라 첨가시킨 솔잎즙 자체에 함유된 환원당(0.1mg/ml)에 의한 것이라고 생각된다.

총 비타민 C 함량 변화

솔잎즙 첨가에 따라 김치의 발효숙성 과정 중 총 비타민 C의 함량 변화는 Fig. 4에 나타나 있다. 배추 김치에서 비타민 C의 함량이 발효 초기에는 감소하였다가 점점 증가하기 시작하여 초기 함량 또는 그 이상으로 증가한 후 감소하는 경향을 보인 김과 김(23)의 결과와는 다르게 본 연구에서는 비타민 C 함량은 숙성 온도에 관계없이 모든 처리구에서 숙성 1일에 크게 증가한 후 감소하였다. 숙성 과정 중 김치의 총 비타민 C 함량은 솔잎즙 첨가에 의해 약간 증가하였다. 노 등(24)은 김치 재료 중의 효소작용에 의해 비타민 C가 생합성된다고 보고하였으며 정 등(25)은 김치의 제조 과정 중 첨가되는 다양한 부재료가 비타민류의 파괴를 억제하고 각각의 상호작용에 의해 비타민의 함량을 증가시킨다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 솔잎즙 첨가에 의한 비타민 C 함량의 증가는 솔잎즙 내 함유된 비타민 C(0.14mg/ml)에 의한 것으로 생각된다.

총균수의 변화

솔잎즙 첨가에 따라 김치의 발효숙성 과정 중 총 균수 변화는 Fig. 5에 나타나 있다. A군의 솔잎즙 무첨가구에서 총 균수는 급속히 증가하여 숙성 1일에 2.2×10^9 cfu/ml, 숙성 3일에 8.1×10^9 cfu/ml로 최고 수준을 나타낸 후 점차 감소하였다. 솔잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구에서는 솔잎즙 무첨가구와 유사하게 숙성 초기에 급속히 증가하여 숙성 3일에 7.2×10^9 , 5.6×10^9 및 4.5×10^9 cfu/ml의 최고 균수를 보였다. B군에서 각 처리구의 총 균수는 A군에서와 비슷하게 관찰되었다. 즉, 솔잎즙 무첨가구의 총 균수는 숙성 1일에 급속히 증가하여 4.1×10^9 cfu/ml에 도달하였으며 그 후 숙성 2일에 최고 수준인 8.9×10^9 cfu/ml에 도달한 후 점차 감소하였다. 반면에 솔잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구에서는 숙성 2일에 최고 수준인 6.3×10^9 , 3.2×10^9 및 2.0×10^9 cfu/ml에 도달하였다. 솔잎즙 첨가구는 무첨가구에 비해 총 균수는 낮게 측정되었다. 숙성 5일 이후 pH가 4.0 이하로 저하됨에 따라 총 균수가 감소(Fig. 1과 Fig. 5 참조)했다는 본 연구의 결과는 이 등(20)의 연구보고와 일치하며, 균수의 감소는 김치 숙성 과정 중 생성된 산에 의한 생육 억제 때문이라 생각된다.

Lactobacillus속의 균수 변화

솔잎즙 첨가에 따라 김치의 발효숙성 과정 중 Lac

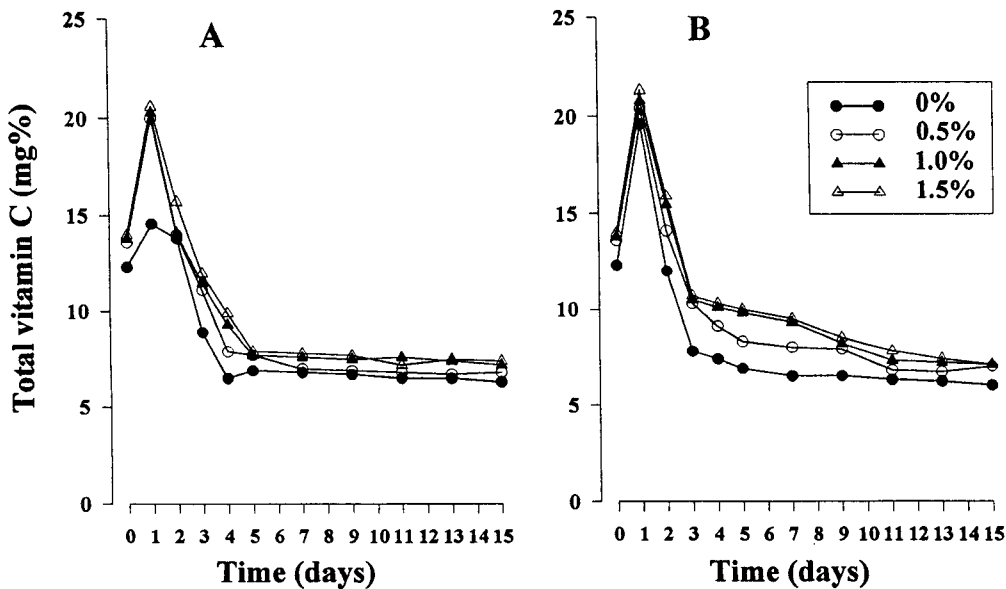


Fig. 4. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on total vitamin C during fermentation of Kimchi. A: Kimchi was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours. B: Kimchi was fermented at 15°C for 15 days.

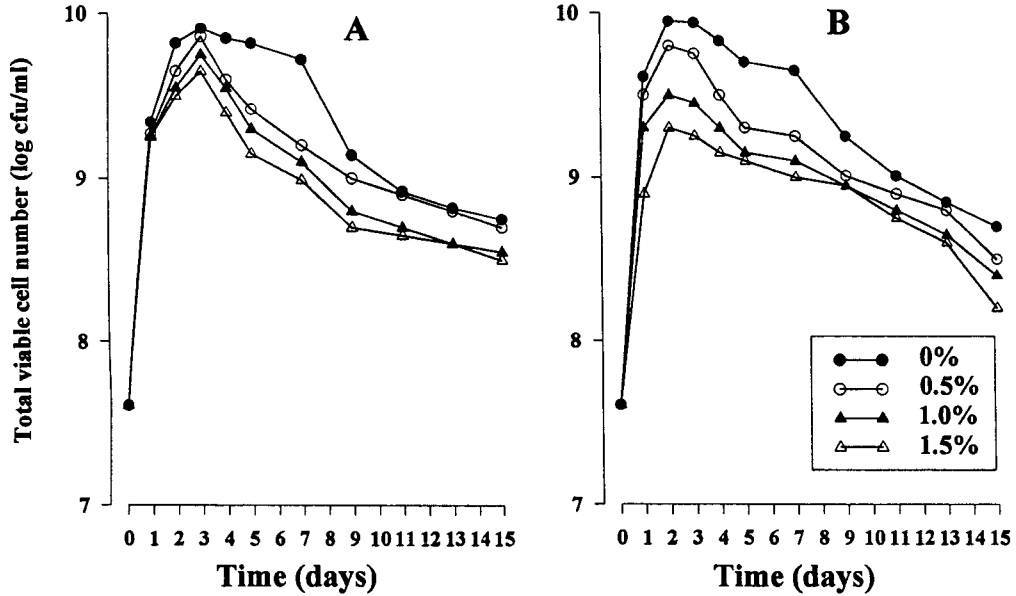


Fig. 5. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on total viable cell number during fermentation of *Kimchi*
 A: *Kimchi* was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours.
 B: *Kimchi* was fermented at 15°C for 15 days.

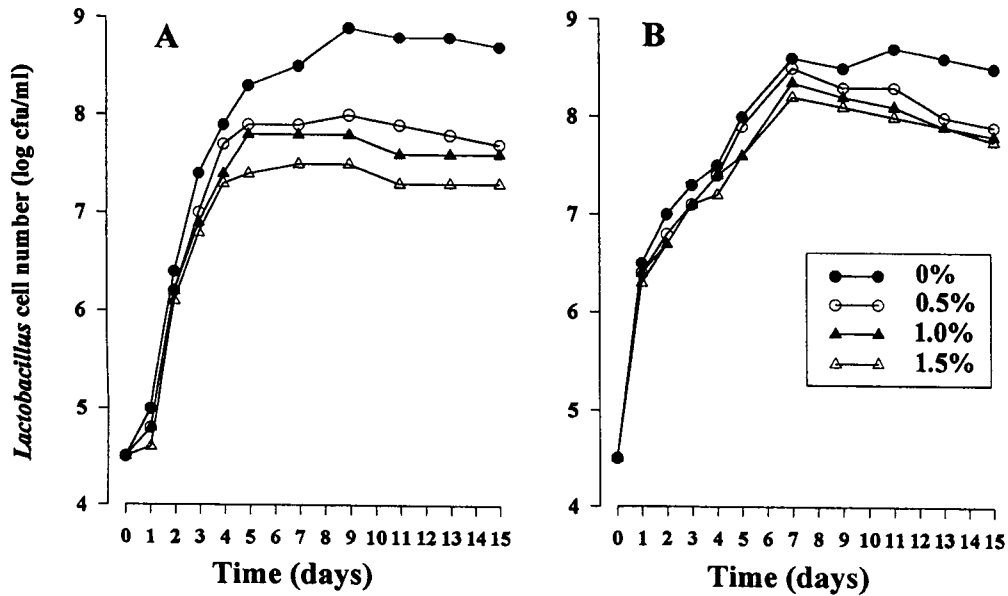


Fig. 6. Effect of pine needle sap(0, 0.5, 1.0 or 1.5%) on *Lactobacillus* cell number during fermentation of *Kimchi*.
 A: *Kimchi* was fermented at 4°C for 15 days after placing at room temperature for 24 hours.
 B: *Kimchi* was fermented at 15°C for 15 days.

*tobacillus*속의 균수의 변화는 Fig. 6에 나타나 있다. A 군의 솔잎즙 무첨가구에서 *Lactobacillus*속의 균수는 숙성 초기부터 증가하기 시작하여 숙성 9일에 최고 수

준인 8.0×10^8 cfu/ml까지 도달한 반면, 솔잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구에서는 숙성 9, 5 및 7일에 각각 최고 균수인 1.0×10^8 , 6.2×10^7 및 7.5×10^7 cfu/ml에 도달한

후 일정수준을 유지하였다. 술잎즙 무첨가구와 비교해 볼 때 술잎즙 첨가구에서는 숙성 4일까지는 비슷한 생육곡선을 나타내었으나 숙성 5일째부터는 젖산균수가 현저히 저하되었고, 술잎즙 첨가수준이 증가할수록 젖산균수는 감소하였다. B군의 술잎즙 무첨가구에서 *Lactobacillus*속의 균수는 A군과 유사하게 숙성 초기에 급속히 증가하여 숙성 7~11일째에 최고 수준인 $3.1 \sim 4.0 \times 10^8$ cfu/ml에 도달하였다. A군과는 달리 B군 술잎즙 첨가구의 *Lactobacillus*속의 균수는 숙성 7일까지 증가한 후 서서히 감소하였다. 이와같은 결과에 비추어 술잎이 산패의 원인균(26,27)으로 알려진 *Lactobacillus*속 균의 생육을 억제하는 작용이 있음이 확인되었다.

요 약

본 연구에서는 술잎즙을 김치에 첨가함으로써 술잎이 김치의 발효 속성에 미치는 영향을 조사하였다. 술잎즙을 0, 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가하여 제조한 김치를 실온에서 24시간 방치 후 4°C에서 15일 동안 숙성(A) 또는 15°C에서 15일 동안 숙성(B)시키면서 숙성 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13 그리고 15일에 pH, 총 산, 환원당 및 총 비타민 C 함량 등 이화학적 특성 및 총 균수와 젖산균수 등 미생물학적 특성을 조사하였다. 술잎즙 무첨가구의 pH는 숙성 3일에 적숙기의 pH와 유사한 pH 4.2에 도달한 반면, 술잎즙 0.5, 1.0 및 1.5% 첨가구의 경우 각각 숙성 4, 5 및 7일에 pH 4.2로 감소되어 술잎즙을 첨가함에 따라 김치의 산패를 1~4일 정도 지연시켰다. 총 산 함량은 숙성이 진행됨에 따라 증가하였으며, 술잎즙 무첨가구에 비해 술잎즙 첨가구의 총 산 함량은 전반적으로 낮게 관찰되었다. 산도의 증가 및 pH의 감소는 A군에 비해 B군에서 보다 빨리 나타났다. 환원당 함량은 숙성 4~5일 동안 모든 처리구에서 약 80% 정도 감소하였다. 총 비타민 C 함량은 모든 처리구에서 숙성 1일에 최고 수준에 도달한 뒤 감소하였다. 환원당 함량 및 총 비타민 C 함량은 술잎즙 무처리구에서 보다 처리구에서 약간 높게 관찰되었으나, 이러한 결과는 술잎 자체내에 함유된 환원당 및 비타민 C에 의한 것으로 생각된다. 총 균수는 숙성 초기에 급속히 증가하여 숙성 3일에 최고 수준에 도달한 후 서서히 감소했다. 숙성 온도에 따른 환원당 함량, 총 비타민 C 함량 및 총 균수의 차이는 발견되지 않았다. A군의 경우, 술잎즙 무첨가구의 젖산균수는 숙성 9일에 최고 수준에 도달한 반면, 술잎즙 첨가구에서는 숙성 5~9일에 최고 수준에 도달한 뒤 서서히 감소하거나 일정 수준을

유지하였다. A군과는 달리 B군의 술잎즙 첨가구의 젖산균수는 숙성 초기 부터 증가하여 숙성 7일에 최고 수준에 도달한 후 서서히 감소하였다. 숙성 온도와 관계없이 술잎즙 첨가 수준이 증가할수록 총 균수와 젖산균수는 감소하였다. 이상의 실험결과들은 술잎즙이 pH의 저하를 지연시키고 미생물의 생육을 억제함으로써 김치의 발효속성을 지연시키는 효과를 나타내 보이고 있다.

문 헌

1. 박건영 : 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암 효과. 한국영양식량학회지, 24, 169(1995)
2. 최홍식 : 한국인의 생명 · 김치. 밀알, p.206(1995)
3. 임종락, 박현호, 한홍의 : 김치에 서식하는 gram 양성 세균의 분리 및 젖산균의 동정. 한국미생물학회지, 27, 404(1980)
4. 김광훈, 김공환, 전재근 : Pilot scale 김치 순간 살균장치에서의 순간 살균 조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학학회지, 25, 4(1982)
5. 전재근, 이남진 : 김치의 순간 살균 조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학학회지, 25, 4(1982)
6. 강근옥, 구경현, 김우정 : 동치미의 저장성 향상을 위한 염수 담금 및 염혼합물의 병용효과. 한국영양식량학회지, 21, 109(1989)
7. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 연장을 위한 gamma선 조사. 한국식품과학회지, 21, 109(1989)
8. 박경자, 우순자 : Na-acetone 및 K-sorbate가 김치 발효중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 20, 40(1988)
9. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이 철 : 산초추출물을 첨가한 김치류의 보존연장 방법. 특허공보 제 1766호(1990)
10. 장경숙 : 김치용 천연 pH조절제 연구. 한국영양식량학회지, 18, 321(1989)
11. 문광덕, 변정아, 김석중, 한대석 : 김치의 선도유지를 위한 천연보존제의 탐색. 한국식품과학회지, 27, 257(1995)
12. 최유자 : 약초의 성분과 이용. 일월서각, p.114(1991)
13. 이영춘, 김광옥 : 식품의 관능검사. 학연사, p.175(1991)
14. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희 : 품종별 가을배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화. 한국식품과학회지, 26, 239(1994)
15. Miler, G. L. : Use of dinitrosaclicylic acid reagent for determination of reducing sugars. Anal. Chem., 31, 426(1959)
16. 조덕제, 김정숙, 채수규, 공종만 : 식품분석. 지구문화사, p.156(1994)
17. 김선재, 박근형 : 부추추출물의 김치발효지연 및 관련 미생물 증식억제. 한국식품과학회지, 27, 814(1995)
18. 한홍의, 박현근 : Bromophenol blue 배지상에서 유산균들의 분별측정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, 12, 89(1991)
19. 구경형, 강근옥, 김우정 : 김치 발효과정중 품질변화. 한국식품과학회지, 20, 476(1988)

20. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치 발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 한국산업미생물학회지, **20**, 102(1992)
21. 민태익, 권태환 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, **16**, 443(1984)
22. 김점식, 김일석, 정동효 : 김치성분에 관한 연구(제 1보), 동치미 숙성과정중에 있어서 무의 성분형태. 과학회보, **4**, 34(1959)
23. 김소연, 김광옥 : 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**, 370(1989)
24. 노홍균, 이명희, 이명숙, 김순동 : 김치액의 색상에 의한 배추 김치의 품질 평가. 한국영양식량학회지, **21**, 166(1992)
25. 정하숙, 고영태, 임숙자 : 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **15**, 36(1985)
26. 권태연, 최웅 : 무의 염절입시 소금의 침투량과 확산의 예측모델. 한국영양식량학회지, **20**, 572(1991)
27. 박상규, 강성국, 정희중 : 뽕은 감잎의 정유 성분이 김치 발효에 미치는 영향. 산업미생물학회지, **22**, 217(1994)

(1996년 7월 26일 접수)